

# ANALISIS METODE ANALOGY BASED ESTIMATION UNTUK PERKIRAAN BIAYA PERANGKAT LUNAK

Wisnu Ananta Kusuma, Irman Hermadi, Ardiansyah

## ABSTRAK

*Dalam proses pengembangan perangkat lunak, perkiraan biaya merupakan hal yang sangat penting. Beberapa metode perkiraan biaya perangkat lunak telah dikembangkan selama beberapa tahun terakhir. Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk memperkirakan biaya perangkat lunak adalah analogy based estimation. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja metode analogy based estimation dan mengupayakan perbaikan yang dapat meningkatkan kinerjanya. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelompok data COCOMO 81 dan mission planning NASA.*

*Acuan ukuran kinerja yang digunakan adalah Magnitude of Relative Error (MRE), mean MRE (MMRE), median MRE (MdMRE), nilai MRE maksimal (max MRE), nilai MRE minimal (min MRE), dan standar deviasi MRE (SDMRE). Pengujian dilakukan dengan menggunakan atribut ukuran perangkat lunak/lines of code (LOC), menggunakan atribut cost driver, dan menggunakan atribut LOC dan cost driver sekaligus. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kinerja terbaik dihasilkan oleh pengujian yang menggunakan LOC. Pada kelompok data COCOMO 81, pengujian dengan ukuran menghasilkan nilai MMRE sebesar 198,121% MdMRE sebesar 79,283%, max MRE sebesar 1.286,170%, min MRE sebesar 1,563%, dan SDMRE sebesar 261,318%. Pada kelompok data mission planning NASA, pengujian dengan ukuran menghasilkan nilai MMRE sebesar 67,781%, MdMRE sebesar 67,055%, max MRE sebesar 190,952%, min MRE sebesar 7,639%, dan SDMRE sebesar 49,608%. dan pred(25) terbaik sebesar 38,889%.*

*Modifikasi pada metode analogy based estimation dilakukan dengan penerapan peringkat pada perhitungan jarak antar proyek. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kinerja metode analogy based estimation menjadi lebih baik dengan penerapan peringkat. Pengujian pada kelompok data COCOMO 81 menghasilkan nilai MMRE sebesar 81,678%, MdMRE sebesar 55,696%, max MRE sebesar 445,745%, min MRE sebesar 1,923%, dan SDMRE sebesar 91,327%. Pengujian pada kelompok data mission planning NASA menghasilkan nilai MMRE sebesar 41,298%, MdMRE sebesar 37,500%, max MRE sebesar 100,000%, min MRE sebesar 0,000%, dan SDMRE sebesar 29,297%.*

Kata kunci: Perkiraan Biaya Perangkat Lunak, *Analogy Based Estimation*, Peringkat

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Perkiraan biaya perangkat lunak sangat penting dalam pengembangan perangkat lunak. Perkiraan yang terlalu kecil dari biaya aktualnya akan mengakibatkan perangkat lunak yang dihasilkan berkualitas rendah. Di sisi lain, perkiraan yang terlalu besar dari biaya aktualnya akan mengakibatkan pemborosan sumber daya yang digunakan.

Untuk membuat perkiraan biaya perangkat lunak yang akurat, beberapa metode pemodelan perkiraan telah dilakukan dan dikembangkan selama beberapa tahun terakhir ini. *Analogy-based estimation* adalah salah satu metode perkiraan biaya perangkat lunak. Metode ini memanfaatkan data dari proyek yang telah ada secara langsung dan

menghitung jarak antara setiap data. Metode ini memiliki beberapa kelebihan, yaitu sederhana, dan dapat cepat diimplementasikan (Al-Sakran 2006). Menurut Schofield dan Shepperd (1996), metode ini tidak memerlukan hubungan statistik untuk dijalankan, dan mudah untuk dimengerti.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Schofield dan Shepperd (1996), ditemukan bahwa penggunaan nilai rata-rata biaya pada dua buah proyek sebagai estimasi menghasilkan kinerja yang lebih baik. Pada penelitian itu, kinerja yang dihasilkan oleh metode *analogy based estimation* mengungguli metode - metode pemodelan algoritmik. Pada tahun 2001, Idri et al. menggabungkan konsep *fuzzy* ke dalam metode *analogy based estimation* untuk menangani data kategorikal. Penelitian yang dilakukan oleh Idri et al. tersebut

berhasil meningkatkan kinerja dari *metode analogy based estimation*. Pada penelitian kali ini juga akan digunakan metode *analogy based estimation* untuk perkiraan biaya perangkat lunak. Diharapkan dapat ditemukan ide baru dalam perhitungan jarak sehingga dua proyek dengan jarak atribut terdekat mempunyai biaya yang dekat pula dengan biaya proyek uji.

### Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kinerja metode *analogy-based estimation* pada perkiraan biaya perangkat lunak. Penelitian ini juga diharapkan dapat mengusulkan modifikasi metode tersebut.

### Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data yang digunakan untuk pengujian metode *analogy-based estimation* adalah kelompok data COCOMO 81 dan *mission planning* NASA
2. Biaya perkiraan ditentukan oleh nilai rata-rata biaya dari dua buah proyek dengan jarak terdekat.

### Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa informasi kinerja metode *analogy based estimation* untuk perkiraan biaya perangkat lunak. Hasil dan saran penelitian dapat dijadikan sebagai pembandingan dan pembuka jalan untuk penelitian yang lebih lanjut.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Perkiraan Biaya Perangkat Lunak

Perkiraan biaya perangkat lunak adalah proses memprediksi biaya yang diperlukan dalam pengembangan sistem perangkat lunak (Leung 1990). Menurut Saliu (2003), perkiraan biaya perangkat lunak mengacu pada prediksi jumlah biaya, waktu, dan *staffing* yang diperlukan untuk membangun sistem perangkat lunak.

Banyak pemodelan perkiraan biaya perangkat lunak yang berdasar pada ukuran perangkat lunak itu sendiri. Menurut Leung (1990), beberapa standar penghitungan ukuran suatu perangkat lunak adalah sebagai berikut :

- *Lines of code* , yaitu pengukurannya berdasarkan banyaknya baris yang ada pada *source code*-nya. Komentar dan baris kosong tidak diikutkan dalam pengukuran.

- *Function point*, yaitu pengukurannya berdasarkan fungsionalitas dari program.

Perkiraan biaya perangkat lunak dapat diklasifikasikan menjadi metode pemodelan algoritmik dan pemodelan non-algoritmik. Pemodelan algoritmik diturunkan dari analisis statistik dari data proyek terdahulu (Saliu 2003). Contoh pemodelan algoritmik yaitu model linear, model multiplikatif, dan model *power-function*. Di lain pihak, contoh metode pemodelan non-algoritmik yang ada yaitu *expert judgement*, *Parkinson's law*, dan *price to win*

### Analogy Based Estimation

Proses dalam *analogy based estimation* adalah karakterisasi dari setiap proyek yang akan diestimasi, mencari proyek yang serupa yang telah diketahui biayanya, dan menggunakan biaya tersebut sebagai estimasi (Rintala et al. 2001). Prinsip dasar dari metode ini adalah bahwa proyek yang serupa mempunyai biaya yang serupa (Idri et al. 2001).

Proyek analogi dapat dicari dengan menggunakan persamaan jarak *Euclidean* n-dimensi di mana setiap dimensi mewakili satu atribut. Nilai setiap dimensi dinormalisasi sehingga memberikan kontribusi yang sama dalam proses pencarian proyek analogi (Schofield dan Shepperd 1996). Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$E = \sqrt{(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + \dots + (z_1 - z_2)^2} \quad \dots(1)$$

di mana E adalah jarak *Euclidean*, serta a, b, dan z adalah atribut proyek 1 dan 2 yang sudah dinormalisasi.

Selisih/jarak antar atribut pada persamaan 1 tidak dapat diterapkan pada data bertipe kategorikal seperti *very low-low-high* atau *small-large*. Untuk jarak antar atribut yang bertipe kategorikal, digunakan persamaan sebagai berikut (Briand et al. 1999):

$$\delta(P_{ik} - P_{jk}) = \begin{cases} 0, & \text{jika } k \text{ kategorikal dan } P_{ik} = P_{jk} \\ 1, & \text{jika } k \text{ kategorikal dan } P_{ik} \neq P_{jk} \end{cases} \dots(2)$$

di mana k adalah atribut proyek, jarak( $P_i, P_j$ ) adalah jarak dari proyek i dengan proyek j, n adalah jumlah atribut proyek, dan  $\delta(P_{ik}, P_{jk})$  adalah jarak atribut proyek i dengan proyek j. Proyek yang memiliki jarak terkecil akan dipilih sebagai proyek analogi yang dijadikan dasar untuk perkiraan biaya proyek baru.

### Cost Driver (CD)

*Cost driver* (CD) adalah faktor-faktor tambahan yang mempengaruhi biaya dalam pengembangan perangkat lunak (Saliu 2003). Daftar CD dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Daftar CD (Saliu 2003)

Kategori	CD	Simbol
Produk		
	Keandalan perangkat lunak	<i>Rely</i>
	Ukuran basis data	<i>Data</i>
	Kompleksitas produk	<i>Cplx</i>
Platform		
	Batasan waktu eksekusi	<i>Time</i>
	Batasan tempat penyimpanan utama	<i>Stor</i>
	Mesin virtual	<i>Virt</i>
	Waktu <i>turnaround</i> komputer	<i>Turn</i>
Personil		
	Kemampuan analisis	<i>Acap</i>
	Pengalaman dalam aplikasi	<i>Aexp</i>
	Kemampuan programmer	<i>Pcap</i>
	Pengalaman dalam mesin virtual	<i>Vexp</i>
	Pengalaman dalam bahasa pemrograman	<i>Lexp</i>
Proyek		
	Penggunaan program modern	<i>Modp</i>
	Penggunaan peralatan perangkat lunak	<i>Tool</i>

Kategori	CD	Simbol
	Jadwal pengembangan yang diperlukan	<i>Sced</i>

### Model Pengembangan

Ada tiga macam model pengembangan dalam perkiraan biaya perangkat lunak, yaitu (NASA 2005):

#### 1. Organik

Dalam model organik, perangkat lunak dikembangkan oleh tim kecil yang terdiri dari orang-orang yang berpengalaman dalam sistem terkait.

#### 2. *Semidetached*

Model pengembangan *semidetached* merepresentasikan tingkat pertengahan di antara organik dan *embedded*.

#### 3. *Embedded*

Faktor utama yang membedakan model *embedded* dengan model lainnya adalah perlunya dioperasikan dengan batasan yang ketat.

### Evaluasi Model Perkiraan Biaya Perangkat Lunak

Standar untuk evaluasi model perkiraan biaya perangkat lunak adalah *Magnitude of Relative Error* (MRE) (Briand et al. 1998).

$$MRE_i = \frac{|biaya\ aktual_i - biaya\ estimasi_i|}{biaya\ aktual_i} \dots(3)$$

MRE dihitung untuk setiap pengujian *i* yang biayanya telah diperkirakan. Agregat nilai MRE pada banyak pengujian, misal *N*, dapat diperoleh melalui *Mean MRE* (MMRE) (Briand et al. 1998).

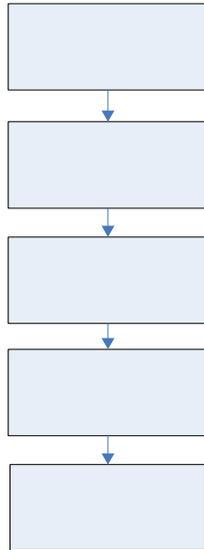
$$MMRE = \frac{1}{N} \sum_i \frac{|biaya\ aktual_i - biaya\ estimasi_i|}{biaya\ aktual_i} \dots(4)$$

Nilai MMRE sensitif pada pengujian individual yang memiliki MRE yang sangat besar. Untuk itu, agregat yang tidak sensitif pada nilai pencilaan besar perlu digunakan, yaitu median dari MRE pada *N* pengujian (MdmRE) (Briand et al. 1998). Pengukuran lainnya adalah MRE minimal (*min MRE*), MRE maksimal (*max MRE*), dan standar deviasi MRE (SDMRE) (Idri et al. 2001).

## METODE PENELITIAN

### Kerangka Pemikiran

Penelitian ini terdiri atas beberapa langkah seperti yang ditunjukkan oleh skema penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Penelitian

### Pengumpulan data

Data yang dipakai pada penelitian ini adalah kelompok data COCOMO 81 dan *mission planning* NASA yang didapat dari situs *promise repository*. Kelompok data ini terdiri dari 17 atribut, yaitu 15 jenis CD yang bertipe numerik, ukuran dari proyek dalam satuan 1000 *lines of code* (KLOC), dan biaya aktual proyek dalam satuan *person months* (PM).

Kelompok data *mission planning* NASA berasal dari proyek-proyek NASA dari tahun 1977 sampai 1985. Kelompok data ini juga terdiri dari 17 atribut utama, yaitu 15 jenis CD yang bertipe kategorikal, ukuran dari proyek dalam satuan 1000 *lines of code* (KLOC), dan biaya aktual proyek dalam satuan *person months* (PM). Kelompok data ini mempunyai tujuh atribut tambahan sebagai identitas proyek termasuk model pengembangan dan jenis proyek yang sama.

### Pengujian dan Analisis

Pengujian metode *analogy based estimation* dilakukan berdasarkan kelompok data. Pada setiap kelompok data, secara bergantian akan dipilih satu proyek menjadi proyek uji dan sisanya menjadi calon proyek

analogi. Atribut yang dipakai dalam perhitungan jarak adalah ukuran perangkat lunak (LOC) dan 15 jenis CD. Dua proyek yang mempunyai jarak terdekat dengan proyek uji akan dijadikan sebagai proyek analogi. Nilai perkiraan biaya pada proyek uji akan diambil dari rata-rata biaya aktual pada dua proyek analogi tersebut.

Hasil dari pengujian akan menghasilkan perkiraan besar biaya yang diperlukan dalam pengembangan perangkat lunak. Untuk dapat dievaluasi, hasil pengujian tersebut dibandingkan dengan besar biaya aktual menggunakan MRE. Setelah itu dihitung ataupun dicari nilai MMRE, *min* MRE, *max* MRE, MdMRE, dan SDMRE.

### Modifikasi Metode

Hasil analisis yang diperoleh akan dijadikan acuan untuk modifikasi metode *analogy based estimation* yang baru. Metode baru tersebut kemudian diuji dan dianalisis dengan data dan mekanisme yang sama.

### Perbandingan Metode

Perbandingan **Pengumpulan data** *analogy based estimation* dengan modifikasinya dilakukan berdasarkan nilai MRE, MMRE, *min* MRE, *max* MRE, MdMRE, dan SDMRE. Makin kecil nilai - nilai tersebut, maka makin baik kinerja metodenya.

### Lingkungan Pengujian dan analisis metode *analogy based estimation*

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Microsoft Windows XP 2003
- Microsoft Internet Explorer 6.0
- Apache 1.3.23
- MySql 3.23.47
- PHP (PHP Hypertext Preprocessor) 4.1.1 .

Di sisi lain, perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut :

- PC Intel Pentium IV 2.4 GHz
- DDRAM 512 GB
- *harddisk* dengan kapasitas 200 GB
- VGA GeForce 4 MX 64 MB
- monitor VGA dengan resolusi 1024x768 *pixel*

### Pengujian dan analisis metode modifikasi HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses penarikan analogi dilakukan dengan tiga tahap, yaitu membandingkan jarak LOC pada setiap proyek, membandingkan jarak CD pada setiap proyek,

### Perbandingan metode *analogy* dengan moifikasinya

dan membandingkan jarak LOC dan CD pada setiap proyek.

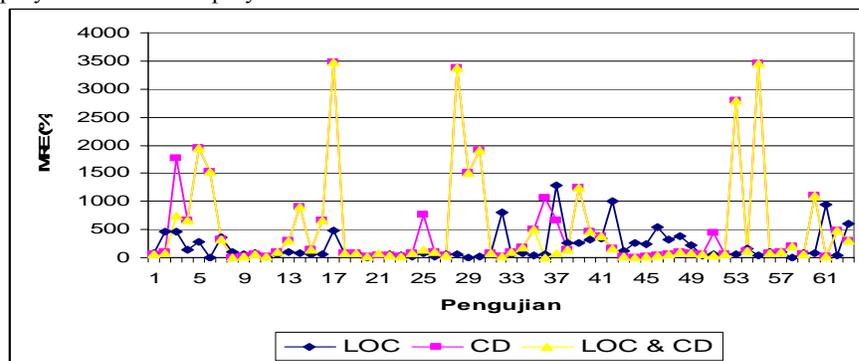
Sesuai dengan hasil percobaan Schofield dan Shepperd (1996), rataan biaya aktual dari dua proyek yang mempunyai jarak terdekat dengan proyek uji akan dijadikan sebagai perkiraan biaya untuk proyek uji.

### Pengujian dan Analisis Kelompok Data COCOMO 81

Kelompok data COCOMO 81 terdiri atas 63 proyek. Seluruh proyek dikenakan

pengujian, sehingga pada kelompok data ini terdapat 63 pengujian. Karena setiap atribut pada COCOMO 81 bukan kategorikal, pengujiannya dilakukan dengan menggunakan persamaan *Euclidean distance*.

Galat pada tiap pengujian dihitung dengan menggunakan MRE. Setelah dihitung nilai MRE pada seluruh pengujian, dihitung MMRE, MdMRE, *max* MRE, *min* MRE, dan SDMRE. Grafik MRE untuk semua tahap pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik MRE COCOMO 81

Pada Gambar 2 terlihat bahwa nilai MRE dari keseluruhan pengujian dengan LOC cenderung lebih kecil dibanding kedua tahap pengujian lainnya. Hal tersebut diperkuat oleh nilai rata-rata dan median MRE dari pengujian dengan menggunakan LOC yang masing – masing sebesar 198,12% dan 79,28%. Nilai rata – rata dan median MRE tersebut lebih kecil jika dibandingkan rata – rata dan median MRE pada pengujian menggunakan CD, yaitu 550,71% dan 105,06%, dan rata – rata serta median MRE pada pengujian menggunakan LOC dan CD sekaligus yang sebesar 492,58% dan 94,28%. Perbedaan antara nilai rata – rata MRE dengan nilai median MRE disebabkan oleh terdapatnya beberapa nilai pencilan tinggi pada pengujian menggunakan LOC yang cukup mempengaruhi besarnya nilai rata – rata MRE. Hal yang sama terjadi pada kedua tahap pengujian lainnya. Bahkan dapat dilihat pada Gambar 2, pencilan – pencilan tinggi pada kedua tahap pengujian lain jumlahnya lebih banyak dan nilainya lebih besar dibandingkan dengan pencilan – pencilan tinggi pada tahap pengujian menggunakan LOC.

Nilai MRE maksimal baik pada pengujian menggunakan CD maupun pada pengujian menggunakan LOC dan CD sekaligus yang besarnya 3.483,33% juga jauh lebih besar daripada nilai MRE maksimal pada pengujian dengan menggunakan LOC yang besarnya 1.286,17%. Hal tersebut menyatakan bahwa pengujian menggunakan CD dan pengujian menggunakan LOC dan CD sekaligus mempunyai resiko yang jauh lebih besar dibandingkan pengujian menggunakan LOC. Dapat dikatakan bahwa nilai MRE pada pengujian dengan menggunakan LOC lebih stabil dibandingkan dengan nilai MRE pada kedua tahap pengujian lainnya. Dengan nilai – nilai MRE yang cenderung lebih kecil dan juga lebih stabil, maka dapat disimpulkan bahwa pada kelompok data ini pengujian dengan menggunakan LOC menghasilkan kinerja yang paling baik di antara seluruh tahap pengujian yang telah dilakukan.

Jika diamati perbandingan antara grafik MRE pada pengujian yang menggunakan CD dengan grafik MRE pada pengujian yang menggunakan LOC dan CD sekaligus pada Gambar 2, terlihat jelas bahwa kedua grafik tersebut tidak jauh berbeda.

Tampaknya pada pengujian dengan menggunakan ukuran perangkat dan CD sekaligus, CD jauh lebih mempengaruhi hasil pengujian daripada LOC itu sendiri. Hal tersebut terjadi karena CD terdiri dari 15 peubah yang berbeda, sedangkan LOC hanya satu peubah. Dengan adanya normalisasi dan pembobotan yang sama pada tiap peubah, maka perbandingan LOC dengan CD dalam perhitungan jarak adalah satu berbanding lima belas. Perbandingan yang sangat jauh tersebut sudah menunjukkan dengan jelas betapa kecilnya pengaruh dari LOC dalam perhitungan jarak.

Hanya ada delapan pengujian yang membedakan antara grafik MRE pada pengujian yang hanya menggunakan CD dengan grafik MRE pada pengujian yang menggunakan LOC dan CD sekaligus. Kedelapan pengujian tersebut adalah pengujian ke-2, pengujian ke-3, pengujian ke-19, pengujian ke-21, pengujian ke-25, pengujian ke-36, pengujian ke-37, dan pengujian ke-51. Dari delapan pengujian tersebut, pengujian dengan menggunakan LOC dan CD sekaligus cenderung lebih baik daripada pengujian dengan hanya menggunakan CD. Hal tersebut menunjukkan bahwa ukuran perangkat yang hanya mewakili seperlima belas bagian dari rumus perhitungan jarak masih dapat memberikan pengaruhnya pada delapan pengujian tersebut.

Dapat dikatakan bahwa pada kelompok pertama ini, penambahan LOC pada pengujian dengan hanya menggunakan CD tidak banyak mempengaruhi hasil pengujian dan hanya ada sedikit peningkatan kinerja. Namun penambahan CD pada pengujian dengan hanya menggunakan LOC justru akan membuat kinerja pengujian menjadi turun drastis dengan nilai-nilai pencilaan yang semakin besar. Terlihat bahwa pada pengujian dengan menggunakan LOC dan

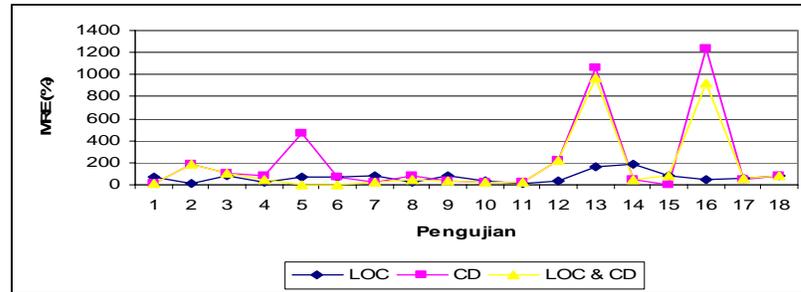
CD sekaligus, nilai kelima belas CD lebih mendominasi hasil pengujian daripada satu nilai LOC, padahal pengujian dengan hanya menggunakan CD sendiri sangatlah buruk. Hal itulah yang menjadi penyebab menurunnya kinerja pengujian tersebut dibandingkan dengan pengujian yang hanya menggunakan LOC.

### **Pengujian dan Analisis Kelompok Data *Mission planning* NASA**

Kelompok data *mission planning* NASA terdiri atas 18 proyek. Semua proyek pada kelompok data ini mempunyai jenis proyek yang sama, yaitu *mission planning*. Semua proyek ini juga memiliki mode pengembangan yang sama, yaitu *semidetached*. Dengan jenis proyek dan mode pengembangan yang sama, kelompok data ini telah memenuhi prinsip dasar dari metode *analogy-based estimation* yaitu "proyek yang serupa mempunyai biaya yang serupa". Selain itu, kesamaan pada jenis proyek dan model pengembangan membuat kelompok data ini juga terklasifikasi lebih baik daripada kelompok data COCOMO 81 yang tidak memiliki keterangan jelas mengenai jenis proyek maupun model pengembangannya.

Atribut CD pada kelompok ini bertipe kategorikal, sedangkan LOCnya bertipe numerik. Untuk itu, pengujian ini menggunakan dua persamaan berbeda, yaitu persamaan kategorikal untuk CD dan persamaan *Euclidean distance* untuk LOC.

Galat pada tiap hasil pengujian kemudian dihitung dengan menggunakan MRE. Setelah semua MRE pengujian dihitung, selanjutnya dihitung ataupun dicari nilai *min* MRE, *max* MRE, MMRE, MdMRE, dan SDMRE. Untuk grafik perbandingan MRE pada ketiga tahap pengujian, disediakan grafik MRE yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik MRE *Mission Planning* NASA

Pada Gambar 3 terlihat bahwa grafik MRE pada pengujian dengan menggunakan LOC lebih stabil dibandingkan dengan grafik MRE tahap pengujian lainnya. Hanya terdapat 2 nilai pencilan besar pada tahap pengujian tersebut di mana nilai maksimalnya terjadi pada pengujian ke-14. Nilai MRE pada pengujian ke-14 tidak terlalu besar dibandingkan pengujian lainnya, sehingga tidak terlalu merusak kestabilan grafik MRE pada tahap pengujian tersebut. Hal yang berbeda ditunjukkan oleh grafik MRE pada kedua tahap pengujian lainnya. Pada pengujian dengan menggunakan CD, terdapat lima nilai pencilan besar di mana tiga di antaranya, yang terdapat pada pengujian ke-5, pengujian ke-13, dan pengujian ke-16, jauh melebihi nilai MRE pengujian lainnya. Ketiga pencilan besar tersebut sangat merusak kestabilan grafik MRE pada tahap pengujian tersebut. Pada pengujian dengan menggunakan seluruh atribut, terdapat empat nilai pencilan besar di mana dua di antaranya, yang terdapat pada pengujian ke-13 dan pengujian ke-16, jauh melebihi nilai MRE pengujian lainnya. Kedua pencilan besar tersebut sangat merusak kestabilan grafik MRE pada tahap pengujian tersebut.

Yang perlu diperhatikan pada pengujian dengan menggunakan LOC dan CD sekaligus adalah terdapatnya pengujian yang memiliki nilai MRE sebesar 0,00%. Nilai MRE yang terjadi pada pengujian ke-5 itu sangat istimewa, karena itu berarti tidak ada galat sama sekali pada pengujian tersebut. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah nilai median MRE-nya. Nilai rata – rata MRE-nya sebesar 159,09% memang lebih besar daripada nilai rata – rata MRE sebesar 67,78% pada pengujian menggunakan LOC, akan tetapi nilai median MRE-nya sebesar 46,79% justru sedikit lebih kecil daripada nilai median MRE pada pengujian

menggunakan LOC yang besarnya adalah 67,06%. Itu berarti pengujian menggunakan LOC dan CD sekaligus menghasilkan lebih banyak nilai MRE yang rendah. Hal itu dapat juga diamati dari grafik MRE-nya pada Gambar 3. Walaupun pengujian yang menggunakan LOC dan CD sekaligus memiliki lebih banyak pengujian yang nilai MRE-nya kecil dibandingkan pengujian yang menggunakan LOC, namun adanya dua pencilan yang sangat besar membuat kinerja tahap pengujian menggunakan LOC dan CD sekaligus ini masih kurang baik dibandingkan tahap pengujian menggunakan LOC.

Jika diamati perbandingan antara grafik MRE pada pengujian yang menggunakan LOC dan CD sekaligus dengan grafik MRE pada kedua tahap pengujian lainnya pada Gambar 3, terlihat jelas bahwa grafik MRE pada tahap pengujian ini memiliki banyak kesamaan dengan grafik MRE pada pengujian yang menggunakan CD. Sama seperti pada kelompok data pertama, tampaknya pada pengujian dengan menggunakan ukuran perangkat dan CD sekaligus, CD jauh lebih mempengaruhi hasil pengujian daripada LOC itu sendiri. Hal tersebut terjadi karena CD terdiri dari 15 peubah yang berbeda, sedangkan LOC hanya satu peubah. Dengan adanya normalisasi dan pembobotan yang sama pada tiap peubah, maka perbandingan LOC dengan CD dalam perhitungan jarak adalah satu berbanding lima belas. Perbandingan yang sangat jauh tersebut sudah menunjukkan dengan jelas betapa kecilnya pengaruh dari LOC dalam perhitungan jarak.

#### Penerapan Peringkat

Hasil yang diinginkan dalam pengujian ini adalah penggabungan nilai CD dan LOC dapat meningkatkan kinerja secara keseluruhan. Untuk itu, diperlukan proporsi

yang tepat dalam penggabungan kedua macam atribut tersebut. Penggunaan metode lama yang tanpa bobot atau bobotnya disetarakan bukan merupakan solusi yang tepat karena nilai dari 15 jenis CD lebih cenderung mendominasi. Beberapa penelitian terbaru telah menggunakan bobot berbeda pada masing-masing atribut seperti yang diusulkan oleh Stensrud dan Myrtveit (Rintala et al. 2001). Metode tersebut memerlukan analisis lebih lanjut dalam penentuan bobot masing-masing atribut.

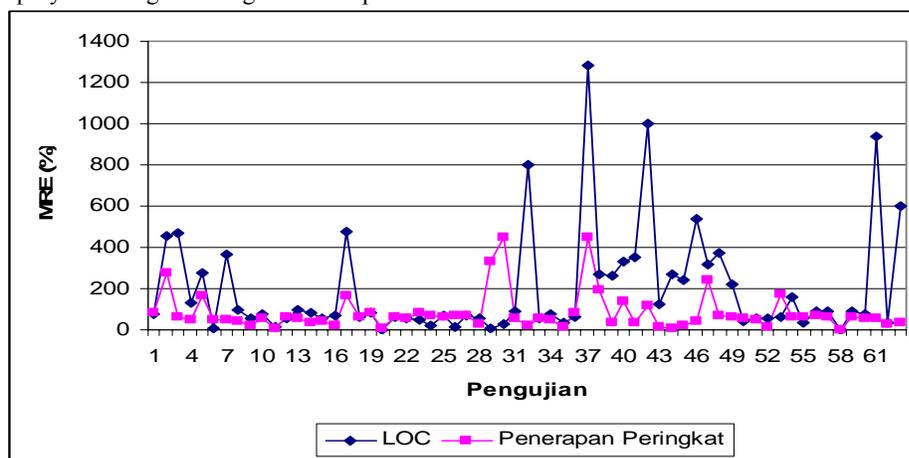
Pada penelitian ini digunakan metode alternatif baru untuk menanggulangi kelemahan metode lama. Metode ini merupakan sedikit modifikasi dari metode *analogy based estimation*. Metode ini didasarkan dari adanya urutan kedekatan jarak pada setiap proyek. Baik pada pengujian menggunakan LOC maupun CD pasti terdapat urutan kedekatan jarak proyek. Urutan kedekatan proyek ini mengabaikan besar kecilnya selisih jarak antar peringkat dan antar pengujian. Dengan menerapkan peringkat sebagai ukuran penghitungan jarak, diharapkan tidak ada dominasi dari atribut tertentu sehingga penggabungan perangkat lunak dan CD dapat menghasilkan nilai yang lebih baik.

Prinsip penerapan peringkat pada metode *analogy based estimation* adalah sebagai berikut :

1. Jarak LOC proyek uji dengan calon proyek analogi dihitung secara terpisah.

2. Calon proyek analogi kemudian diurutkan berdasarkan jaraknya dari yang terkecil sampai yang terbesar.
3. Proyek analogi dengan jarak terkecil menempati peringkat ke-1. Makin besar jaraknya, maka peringkatnya makin bertambah.
4. Penerapan peringkat juga dilakukan pada CD dengan mekanisme yang sama.
5. Peringkat LOC dijumlahkan dengan peringkat CD menghasilkan peringkat total.
6. Dua proyek yang memiliki peringkat total terkecil dipilih sebagai proyek analogi.

Untuk menguji kinerja metode ini, digunakan kelompok data dan mekanisme pengujian yang sama seperti sebelumnya agar hasilnya dapat dibandingkan. Pengujian pertama dilakukan pada kelompok data COCOMO 81. Galat pada tiap hasil pengujian kemudian dihitung dengan menggunakan MRE. Setelah semua MRE pengujian didapat, selanjutnya dihitung *min* MRE, *max* MRE, MMRE, MdMRE, dan SDMRE. Untuk membandingkan langsung kinerja penerapan peringkat ini dengan pengujian sebelumnya, disediakan grafik perbandingan MRE antara penerapan peringkat dengan penggunaan perangkat lunak yang merupakan tahap pengujian terbaik pada metode sebelumnya. Grafik MRE tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

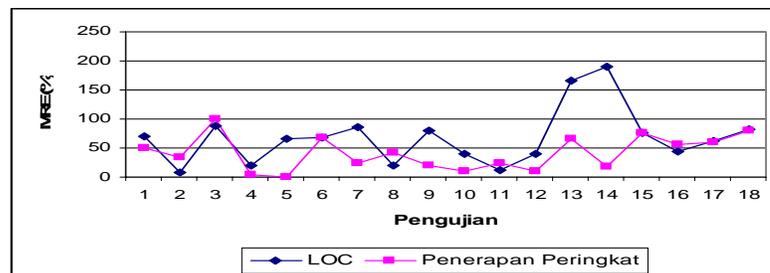


Gambar 4 Grafik MRE LOC dan penerapan peringkat pada COCOMO 81

Pada Gambar 4 terlihat bahwa nilai MRE dari pengujian dengan penerapan peringkat cenderung lebih kecil dibanding pengujian dengan LOC. Grafik MRE pada pengujian

dengan penerapan peringkat juga terlihat lebih stabil dibandingkan dengan grafik MRE pada pengujian dengan menggunakan LOC. Terdapat beberapa nilai pencilan

tinggi pada pengujian dengan penerapan peringkat. Nilai-nilai pencilan tinggi pada pengujian dengan penerapan peringkat masih lebih jauh lebih rendah dibandingkan dengan nilai-nilai pencilan tinggi pada pengujian dengan menggunakan perangkat lunak. Nilai MRE maksimal pengujian dengan penerapan peringkat juga jauh lebih kecil daripada nilai MRE maksimal pada pengujian dengan menggunakan LOC. Rata – rata dan median MRE pada pengujian menggunakan penerapan peringkat sebesar 81,68% dan 55,70% juga lebih kecil dibandingkan rata – rata dan median MRE pada pengujian dengan menggunakan LOC. Walaupun pada metode sebelumnya pengujian dengan menggunakan LOC mempunyai resiko yang lebih kecil serta kinerja yang lebih baik daripada semua tahap pengujian, tahap pengujian tersebut masih kurang baik dibandingkan dengan pengujian menggunakan penerapan peringkat.



Gambar 5 Grafik MRE LOC dan penerapan peringkat pada *mission planning* NASA

Pada Gambar 5 terlihat bahwa nilai MRE dari pengujian dengan penerapan peringkat cenderung lebih kecil dibanding pengujian dengan LOC. Grafik MRE pada pengujian dengan penerapan peringkat juga masih lebih stabil dibandingkan dengan grafik MRE pada pengujian dengan menggunakan LOC. Kedua nilai pencilan tinggi pada pengujian menggunakan LOC terlihat sangat jelas pada grafiknya di Gambar 5. Kedua nilai pencilan tinggi tersebut lebih besar daripada nilai MRE maksimal pada pengujian dengan penerapan peringkat.

Sama seperti pengujian menggunakan LOC dan CD sekaligus, pengujian dengan penerapan peringkat ini juga menghasilkan nilai MRE sebesar 0,00% pada pengujian ke-5. Nilai rata – rata dan median MRE pada pengujian dengan penerapan peringkat ini merupakan yang terbaik dari semua tahap pengujian yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu sebesar 41,30% dan 37,50%.

Secara keseluruhan, untuk pengujian dengan menggunakan kelompok data COCOMO 81, penerapan peringkat pada metode *analogy based estimation* ini menunjukkan kinerja yang lumayan baik .

Penerapan peringkat pada metode *analogy based estimation* ini juga diuji pada kelompok data *mission planning* NASA dengan menggunakan mekanisme yang sama. Galat pada tiap hasil pengujian kemudian dihitung dengan menggunakan MRE. Setelah setiap pengujian dihitung nilai MRE, selanjutnya dihitung nilai *min* MRE, *max* MRE, MMRE, MdMRE, dan SDMRE. Untuk membandingkan langsung kinerja penerapan peringkat ini dengan pengujian sebelumnya, disediakan grafik perbandingan MRE antara penerapan peringkat dengan penggunaan perangkat lunak yang merupakan tahap pengujian terbaik pada metode sebelumnya. Grafik MRE tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

Secara keseluruhan, pada pengujian dengan menggunakan kelompok data *mission planning* NASA, metode penerapan peringkat ini juga menunjukkan kinerja yang lebih baik dari metode sebelumnya. Berkurangnya pencilan dan nilai MRE maksimal membuat resiko perkiraan biaya yang terlalu berlebihan semakin berkurang.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Pada pengujian dengan metode *analogy based estimation*, dapat dilihat bahwa hasil terbaik pada kelompok data COCOMO 81 ditunjukkan apabila hanya digunakan LOC dalam pengujian. Pada pengujian kelompok data COCOMO 81 menggunakan LOC, nilai rata – rata MRE sebesar 198,12 % dengan median 79,28%. Pada kelompok data *mission planning* NASA, nilai rata – rata MRE pengujian menggunakan LOC sebesar 67,78% merupakan yang terbaik dari semua

tahap pengujian. Untuk median MRE, pengujian dengan menggunakan LOC dan CD sekaligus menghasilkan nilai yang terbaik yaitu sebesar 46,79%.

Pada pengujian metode *analogy based estimation* dengan penerapan peringkat, untuk kelompok data COCOMO 81 nilai rata – rata MRE sebesar 81,68% dan nilai mediannya sebesar 55,70%. Pada pengujian untuk kelompok data *mission planning* NASA, nilai rata – rata MRE sebesar 41,30% dan nilai mediannya sebesar 37,50%. Secara keseluruhan, pengujian pada metode penerapan peringkat ini memberikan hasil yang lebih baik daripada hasil pengujian metode sebelumnya.

### Saran

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Pengujian dilakukan dengan kelompok-kelompok data lain. Sebaiknya semua proyek pada tiap kelompok data berasal dari perusahaan yang sama.
2. Metode penerapan peringkat pada metode *analogy based estimation* dapat digabungkan dengan metode lain seperti penerapan bobot ataupun prinsip *fuzzy*.
3. Untuk perhitungan biaya, dapat dicoba interpolasi dari beberapa biaya proyek terdekat atau diterapkan pembobotan yang berbeda pada tiap biaya proyek terdekat.

### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Sakran, Hasan. 2006. *Software Cost Estimation Model Based on Integration of Multi-agent and Case-Based Reasoning*. Journal of Computer Science 2 . ISSN, 3: 276-282.  
<http://www.scipub.org/fulltext/jcs/jcs23276-282.pdf> [20 Juni 2006]
- Briand, Lionel. et al. 1999. *An Assessment and Comparison of Common Software Cost Estimation Modeling Techniques*. International Software Engineering Network Technical Report.  
[http://coblitz.codeen.org:3125/cites/er.ist.psu.edu/cache/papers/cs/2916/http:zSzzSzwww.iese.fhg.dezSz/SERNzSzpubzSztechnical\\_reportsz/Szisern-98-27.pdf/briand99assessment.pdf](http://coblitz.codeen.org:3125/cites/er.ist.psu.edu/cache/papers/cs/2916/http:zSzzSzwww.iese.fhg.dezSz/SERNzSzpubzSztechnical_reportsz/Szisern-98-27.pdf/briand99assessment.pdf) [20 Juni 2006]
- Idri, Ali. et al.2001. *Fuzzy Analogy : A New Approach for Software Cost Estimation*. International Workshop on Software Measurement. Montreal, Canada.  
<http://www.gelog.etsmtl.ca/publications/pdf/670.pdf> [20 Juni 2006 ]
- Leung, Hareton. dan Zhang Fan.2001. *Software Cost Estimation*. Departement of Computing, The Hong Kong Polytechnic University.  
<http://paginaspersonales.deusto.es/cortazar/doctorado/articulos/leung-handbook.pdf> [20 Juni 2006]
- NASA Cost Estimating Web Site.2005.  
<http://cost.jsc.nasa.gov/COCOMO.html>
- Promise Software Engineering Repository data set. 2004.  
<http://promise.site.uottawa.ca/SERepository> [21 Desember 2006 ]
- Rintala, Kai. et al. 2001.*Analogy Based Estimation in Building Services*. Construction Informatics Digital Library.  
<http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2001-74.content.pdf> [21 Desember 2006]
- Saliu, Moshood Omolade.2003. *Adaptive Fuzzy Logic Based Framework For Software Development Effort Prediction*. King Fahd University of Petroleum & Minerals.
- Shepperd, M. dan Schofield, C. 1996. *Effort Estimation using Analogy*. Proceedings of the 18th International Conference on Software Engineering. Berlin, Germany.  
<http://delivery.acm.org/10.1145/230000/227758/p170-shepperd.pdf?key1=227758&key2=8475863711&coll=&dl=ACM&CFID=15151515&CFTOKEN=6184618> [24 Januari 2007]